

Aus dem Institut für Umwelthygiene und Präventivmedizin
der Universität Erlangen - Nürnberg

Vorstand: Professor Dr. med. Dr. med. dent. W. Gräf

Die Auswirkungen
des Benzin-Blei-Gesetzes
auf den Gehalt an Blei
im städtischen Umweltstaub

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Sibylle Grote,
geb. Schmidt-Bohländer
aus Weimar



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Umwelthygiene und Präventivmedizin
der Universität Erlangen - Nürnberg

Vorstand: Professor Dr. med. Dr. med. dent. W. Gräf

**Die Auswirkungen
des Benzin-Blei-Gesetzes
auf den Gehalt an Blei
im städtischen Umweltstaub**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Sibylle Grote,
geb. Schmidt-Bohländer
aus Weimar

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten

Referent: Prof. Dr. Dr. W. Gräf

Tag der mündlichen Prüfung: 03.03.1980

I N H A L T

	Seite
1. EINLEITUNG	3
2. METHODIK	6
2.1 Gewinnung der Untersuchungsproben	6
2.2 Blei-Analytik	8
2.2.1 Bleianalyse mit Dithizon	9
2.2.2 Bleianalyse mit dem Atomabsorptions-Spektralphotometer (AAS)	11
3. ERGEBNISSE	12
3.1 Bleigehalt des Straßenstaubs im Stadtinnen-gebiet	13
3.2 Bleigehalt des Straßenstaubs im Stadt- außengebiet	19
3.3 Bleigehalt des Straßenstaubs auf Parkplätzen, in innerstädtischen Grünanlagen und auf ver- kehrsarmen Landstraßen	21
3.4 Veränderung des Bleigehaltes im Straßenstaub zwischen den Jahren 1971 und 1977	24
4. DISKUSSION	
4.1 Diskussion der Methodik	27
4.2 Diskussion der Ergebnisse	29
5. ZUSAMMENFASSUNG	32
6. LITERATUR	33

1. E I N L E I T U N G

Die Immisionsbelastung der Großstadtbevölkerung durch den stetig ansteigenden Straßenverkehr und die damit verbundene Zunahme der Abgasstoffe ist in umwelt- und städtehygienischer Hinsicht ein schwerwiegendes Problem.

Unter diesem Gesichtspunkt stellen neben den Schadstoffen Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickoxiden und unverbrannten Kohlenwasserstoffen das Blei bzw. seine Oxide (Lehnert et al.; Schubert u. Sangl; Haas, Mache, Schaller, Mache u. Valentin) sowie die kanzerogenen polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (Knorr), darunter als Leitsubstanz das 3,4-Benz-pyrén (Benzo(a)pyren) die Hauptrisikofaktoren für die Stadtbevölkerung dar.

Bezüglich der verkehrsbedingten Bleibelastung hat der Gesetzgeber bereits regulierend eingegriffen durch das Benzin-Blei-Gesetz vom 5.8.1971, wonach der damals übliche Bleigehalt von 0,8 - 1,0 g/l in Ottomotorkraftstoffen ab 1.1.1972 auf 0,4 g/l und ab 1.1.1976 auf 0,15 g/l zu reduzieren war. Dagegen sind hinsichtlich der Belastung mit 3,4-Benz-pyren und seinen Homologen aus technischen Gründen reduzierende Auflagen bei Verbrennungsmotorabgasen bisher nicht möglich gewesen.

Die vorliegende Arbeit sollte klären, ob und wie im einzelnen nach dem Inkrafttreten des Benzin-Blei-Gesetzes der Bleigehalt des Umweltstaubs einer mittelgroßen Stadt Veränderungen erfahren hat.

Parallel zu diesen Untersuchungen wurden in einer Arbeit von U. Baars die 3,4-Benzpyrengehalte des gleichen Untersuchungsguts ermittelt. Daß wir gerade die beiden Umweltschadstoffe Blei und 3,4-Benzpyren für unsere Messungen auswählten, hat unter anderem folgende wichtige Gründe:

Einmal lassen Experimente in vitro befürchten, daß die Kombination von 3,4-Benzpyren mit Blei bei der guten Lungengängigkeit der Autoabgasaerosole eine Krebsförderung im Sinne der Synkanzerogenese bewirkt. Bruch, Brockhaus und Dehnen konnten an isolierten Makrophagen zeigen, daß das Blei als Fermentgift deren benzpyrenhydroxylierende Aktivität weitgehend zum Erliegen brachte.

Zum anderen mußte man mit der Möglichkeit rechnen, daß andere Substanzen wie z. B. Benzol, die den Kraftstoffen zur Erhaltung der Klopfestigkeit zugesetzt werden, eine erhöhte Emission von kanzerogenen polyzyklischen Aromaten zur Folge haben könnten. Das Ergebnis wäre dann zwar eine geringere Blei-, dafür aber eine erhöhte Kanzerogenbelastung der Umwelt durch den Straßenverkehr gewesen.

In der vorliegenden Arbeit wurde Straßenstaub unterschiedlich stark belasteter Verkehrswege sowie

verkehrsfreier Zonen der Stadt Erlangen auf seinen Gehalt an Blei untersucht. Als Untersuchungsgut wurde Straßenstaub verwendet, der sich am Straßenrand angesammelt hatte. Um eine gewisse Normierung zu erreichen, wurde der Staub auf eine maximale Korngröße von 25 μm gebracht. Aus wohlüberlegten Gründen wurde typischer Sedimentstaub mit zeitlicher und flächenbezogener Normierung oder typischer Schwebestaub nicht für die Untersuchungen verwendet, da Umfang und Dichte unseres Untersuchungsnetzes ein derartiges Vorgehen praktisch unmöglich gemacht hätten.

Der von uns untersuchte Straßenstaub stellt zwar kein unmittelbares Gesundheitsrisiko für die Stadtbewohner dar, kann aber zweifelsfrei als Indikator einer längerfristigen verkehrsbedingten Immissionsbelastung dienen.

Eine erste Untersuchungsreihe wurde 1971 durchgeführt (Übelmesser), also vor Inkrafttreten des Benzin-Blei-Gesetzes. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stammen aus dem Jahr 1977, als die gesetzliche Limitierung des Bleigehalts im Ottomotorkraftstoff auf 0,15 g/l schon über ein Jahr bestand. Da bei beiden Untersuchungen die Staubproben von den gleichen Entnahmestellen gewonnen wurden, kann in dieser Arbeit ein direkter Vergleich der Ergebnisse angestellt werden, der Rückschlüsse auf die Auswirkungen des Benzin-Blei-Gesetzes zuläßt.

2. M E T H O D I K

2.1 Gewinnung der Untersuchungsproben

Die meisten Staubproben wurden an Straßenbordsteinen entnommen, einige auch in Grünanlagen und auf Parkplätzen. Mit Hilfe von Haarpinsel und Kehrschaufel wurden die Proben gesammelt und zum Entfernen von größeren, störenden Partikeln grob gesiebt. Der gewonnene Straßenstaub wurde in mit Korkstopfen verschlossenen Glasgefäßen dunkel und trocken bei Zimmertemperatur aufbewahrt.

Der Entnahmebereich Erlangen ließ sich hinsichtlich der Verkehrsdichte und des Siedlungscharakters einteilen in:

- 1) durch das Stadtzentrum führende
Hauptverkehrsader (s. Abb. 1 und Abb. 2)
- 2) übriges Stadtinnengebiet (s. Abb. 2)
- 3) Wohngebiete, Kreuzungen und Einmündungen
des Stadtaußengebietes (s. Abb. 1)
- 4) unbebaute Straßen (Landstraßen)
(s. Abb. 1)
- 5) verkehrsfreie Entnahmestellen im
Stadtinnengebiet (s. Abb. 2)

Hinsichtlich der Jahreszeit und Witterungslage wurde insofern auf gleiche Untersuchungsbedingungen geachtet, als die Probenentnahmen im Zeitraum Juni bis September durchgeführt wurden, da entsprechend früheren Untersuchungen (Dornauer) zu dieser Zeit der durch Heizfeuerung bedingte Gehalt an 3,4-Benzpyren in der Stadtluft außerordentlich niedrig ist und somit im Straßenstaub nachgewiesenes 3,4-Benzpyren praktisch ausschließlich vom Straßenverkehr herrührt. Außerdem wurden die Staubproben grundsätzlich bei trockener Witterung gesammelt, wobei eine vorausgegangene Trockenperiode von mindestens zwei Tagen eingehalten wurde. Frühere Untersuchungen (Übelmesser) hatten gezeigt, daß der Bleigehalt der Staubproben großen witterungsbedingten Schwankungen unterworfen ist: Nasse Witterung bedingt einen niedrigeren, trockene Witterung einen höheren Bleigehalt des Straßenstaubs. Ebenso wurde dort festgestellt, daß sich der Bleigehalt bereits nach zwei bis drei regenfreien Tagen auf den Durchschnittswert der jeweiligen Entnahmestellen einpegelt.

2.2 Blei-Analytik

Die zur Bleianalyse verwendeten Stäube wurden vor der Analyse mit genormten Prüfsieben der Maschenweite 25 μm nach DIN 4188 mit Hilfe eines Magnetvibrators gesiebt, um eine möglichst einheitliche Korngröße der Staubpartikel zu erhalten. Die Bestimmung des Bleigehaltes der Proben wurde zunächst auf naßchemischem Wege mit der Dithizonmethode durchgeführt. Parallel zur Dithizonmethode wurden die Werte mit Hilfe eines Atomabsorptions-Spektralphotometers erstellt.

2.2.1 Bleianalyse mit Dithizon

50 mg Staub wurden in einen Erlenmeyerkolben eingewogen. Um Blei in seinen Verbindungen aufzuschließen, wurde die Probe in 50 ml einer 1 : 1 verdünnten 65 %igen Salpetersäure aufgelöst. Nach 10-minütigem Kochen wurde die Lösung mit 90 ml 0,2 N Salpetersäure in einen Kolben gespült und nach Abkühlen mit Aqua bidest. auf 200 ml aufgefüllt.

Als Reagenzien wurden verwendet:

Ammoniak NH_4OH	14	N
Kaliumcyanidlösung KCN	10	%
Kaliumcyanidlösung KCN (Waschlösung)	0,5	%
Hydroxylaminchloridlösung $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$	10	%
Extraktionslösung HDz / CCl_4 (Dithizon / Tetrachlorkohlenstoff)	25	μM
Tetrachlorkohlenstoff CCl_4		

50 ml der Staublösung wurden in einen Trichter gefüllt. Mit Ammoniak wurde die Lösung neutralisiert, mit 5 ml Kaliumcyanidlösung (10 %) sowie mit 1 ml Hydroxylaminchloridlösung versetzt. Man extrahierte die Dithizonlösung, bis der letzte organische Extrakt nicht mehr rot sondern farblos oder grün war. Die in einem Scheidetrichter gesammelten organischen Extrakte wurden zweimal mit je 5 ml Waschlösung (KCN 0,5 %) ausgeschüttelt, in einen 25 ml-Kolben gefüllt und mit Tetrachlorkohlenstoff aufgefüllt. Die Lösung wurde sofort im Fotometer (Elko II, Fa. Zeiß) unter Verwendung des Filters S 53 gegen den Leerwert (Tetrachlorkohlenstoff) gemessen.

Von jeder Staubprobe wurden zwei Bestimmungen durchgeführt und daraus der Mittelwert gebildet. Aus der experimentell ermittelten Eichkurve des Gerätes Elko II ergab sich unter Berücksichtigung des täglich ermittelten aber konstanten Blindwertes der Extinktion von 0,01 folgende Formel zur Ermittlung des Bleigehaltes:

$$R = (397,8 \cdot E + 0,7) / W$$

Dabei ist

- | | |
|---|--|
| R | relativer Bleigehalt in γ Pb / mg Staub |
| E | gemessene Extinktion |
| W | Staubeinwaage in mg. |

2.2.2 Bleianalyse mit dem Atomabsorptions-Spektralphotometer (AAS)

Es wurde das Atomabsorptions-Spektralphotometer der Firma Beckmann, Modell 1272 M Digital, verwendet.

Einstellung des Gerätes:

Flamme:	0,45 bar C_2H_2 , 1,8 bar Luft
Wellenlänge:	283,3 nm
Spalt:	6
Lampenstrom:	4 mA

100 mg der Staubproben wurden in 50 ml 1 : 1 verdünnter 65 %iger Salpetersäure gekocht, danach die ungelösten Bestandteile abfiltriert und anschließend die Lösung mit Aqua bidest. auf 100 ml aufgefüllt. Zur Eichung wurden zwei Lösungen hergestellt, deren Bleigehalt einmal über, einmal unter dem zu erwartenden Bleigehalt der Proben lag. Mit Hilfe der damit erstellten Eichgeraden konnte der Bleigehalt der Probe ermittelt werden.

3. ERGEBNISSE

Entsprechend der beschriebenen Entnahmetechnik wurden vom gesamten Stadtgebiet Erlangens am Straßenrand die Untersuchungsproben entnommen. Die Abbildungen 1 und 2 geben in schematisierter Form die Lagebeziehungen der gewählten Entnahmestellen wieder. Soweit die Untersuchungspunkte im Bereich von Straßenkreuzungen eingetragen sind, ist zu vermerken, daß grundsätzlich die in den Tabellen jeweils an erster Stelle angegebenen Straßen als Meßort anzusehen sind und die Staubproben stets ca. 20 m vor den Kreuzungspunkten gewonnen wurden. Die vermerkten Straßeneinmündungen dienen demnach nur zur Lokalisierung der Entnahmestellen und stellen keine Kreuzungsmeßwerte dar. Die direkt auf der Kreuzung liegenden Meßorte werden jeweils unter der Bezeichnung "...platz" angegeben.

3.1 Bleigehalt des Straßenstaubs im Stadtinnengebiet

Aufgrund der für Erlangen spezifischen Straßenführung, die charakterisiert ist durch eine das Stadtzentrum durchziehende Hauptverkehrsader und eine Vielzahl schachbrettartig angeordneter Verkehrswege des übrigen Stadtinnengebietes, gliederten wir den Untersuchungsbereich des Stadtkerns in die Bereiche "Hauptverkehrsader" und "übriges Stadtinnengebiet".

Die in den Untersuchungsjahren 1971 und 1977 an identischen Entnahmepunkten gemessenen Bleikonzentrationen kann man den Tabellen 1 und 2 entnehmen. Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, daß im Jahre 1971 der Bleigehalt der Staubproben längs der Hauptverkehrsader verhältnismäßig einheitlich hoch war und, mit einem Mittelwert von 5,4 mg Blei / g Staub, eindeutig an der Spitze aller Meßwerte lag.

Sehr interessant ist der Vergleich mit den im Jahre 1977 gewonnenen Meßwerten, der zeigt, daß an sämtlichen Entnahmepunkten eine erhebliche Konzentrationsminderung zu verzeichnen war, die sich bei einem Mittelwert von 2,4 mg Blei / g Staub als eine Reduktion um mehr als die Hälfte erwies.

Die entsprechenden Werte im übrigen Stadtinnengebiet (Tab. 2) lassen ähnliche Verhältnisse erkennen. So war 1971 der mittlere Bleigehalt mit 3,5 mg Blei / g Staub deutlich geringer als an der Hauptverkehrsader.

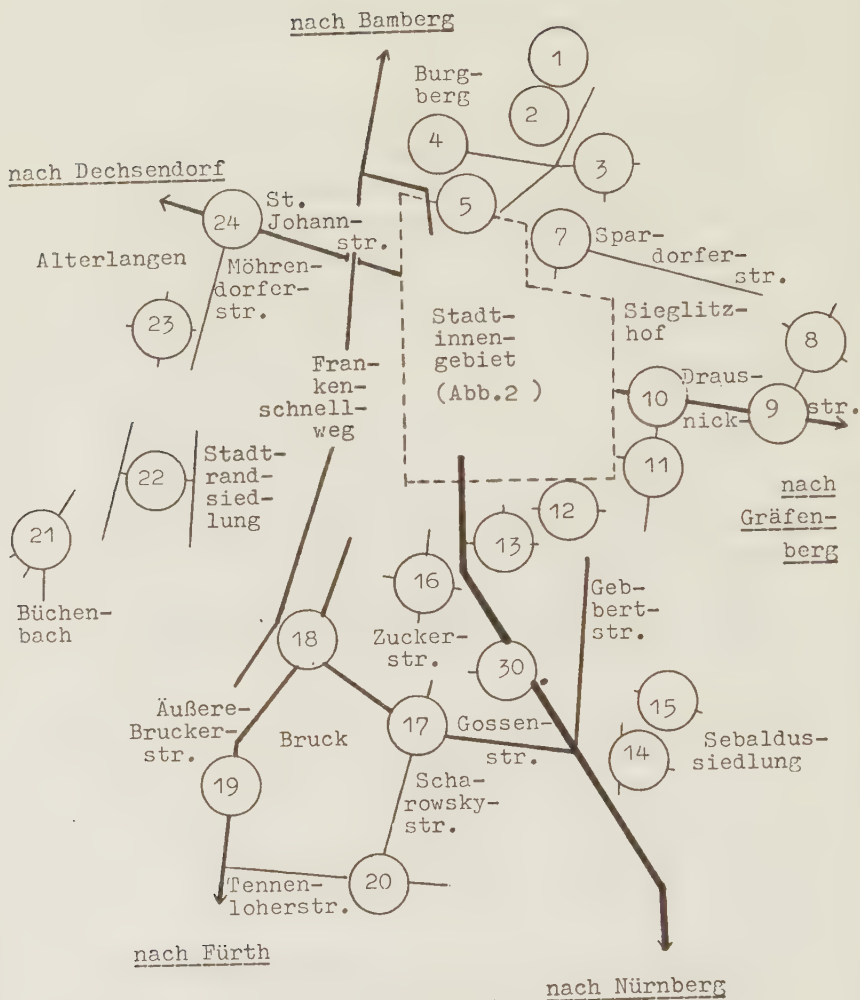


Abb.1 Stadtaußengebiet

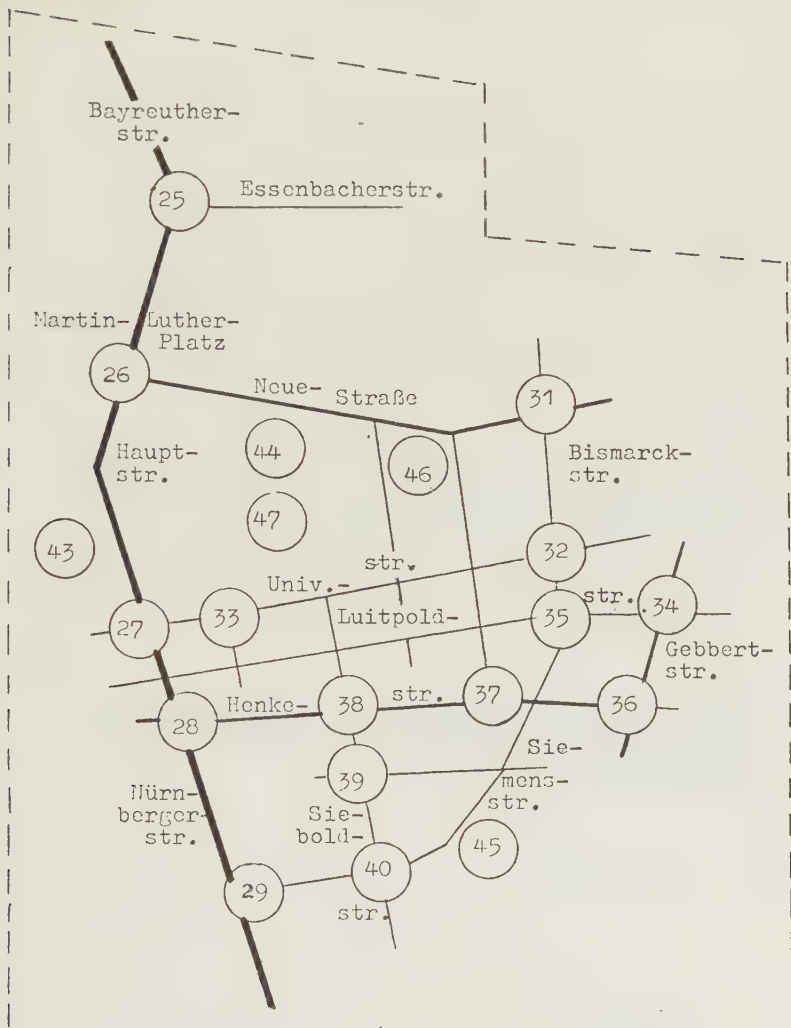


Abb.2 Stadtinnengebiet

Im Jahr 1977 war eine erhebliche Verminderung der Bleikonzentrationen zu verzeichnen, die bei einem mittleren Bleigehalt von 2,2 mg/g Staub ungefähr ein Drittel ausmachte.

Bemerkenswert ist, daß 1977, d. h. 1 1/2 Jahre nach Inkrafttreten der letzten Stufe des Benzin-Blei-Gesetzes der Unterschied zwischen den Bleiwerten der Hauptverkehrsader und des übrigen Stadtinnengebietes nicht mehr signifikant war.

Betrachtet man die Mittelwerte des gesamten Stadtinnengebietes (Hauptverkehrsader und übriges Stadtinnengebiet), so steht dem Durchschnittswert von 4,2 mg Blei / g Staub im Jahre 1971 der Durchschnittswert von 2,2 mg Blei / g Staub für das Jahr 1977 gegenüber.

Damit ergibt sich für diesen Zeitraum eine eindeutige Verminderung der Blei-Konzentrationen um etwa die Hälfte.

Tabelle 1

Werte an der Hauptverkehrsader

Nr.	Ort	Blei mg/g Staub	
		1971	1977
25	Haupt/Essenbacher	6,0	2,7
26	Martin-Luther-Platz	6,9	3,0
27	Hugenottenplatz	5,0	3,5
28	Nürnberger/Henke	7,1	2,4
29	Nürnberger/Siemens	4,2	1,0
30	Nürnberger/Rathenau	3,4	1,9
Mittelwert		5,4	2,4

Tabelle 2

Werte im übrigen Stadtinnengebiet

Nr.	Ort	Blei mg/g Staub	
		1971	1977
31	Bismarck/Hindenburg	3,1	3,1
32	Lorlebergplatz	4,0	2,2
33	Universitäts/Schuh	1,7	1,8
34	Luitpold/Gebbert	6,7	3,1
35	Luitpold/Bismarck	2,0	1,9
36	Gebbert/Henke	5,2	2,0
37	Henke/Wald	3,7	2,1
38	Henke/Fahr	3,8	2,3
39	Siebold/Hofmann	2,8	1,8
40	Siemens/Zeppelin	1,9	1,3
Mittelwert		3,5	2,2

3.2 Bleigehalt des Straßenstaubs im Stadtaußengebiet

Entsprechend der Lageskizze in Abb. 1 wurden in analoger Weise von 23 ausgewählten Entnahmepunkten des gesamten Stadtaußengebietes Straßenstaubproben auf ihren Bleigehalt untersucht. Die dabei ermittelten Werte sind für die Jahre 1971 und 1977 in Tab. 3 niedergelegt.

Entsprechend der heterogenen Verkehrssituation des Stadtaußengebietes wiesen auch die jeweiligen Bleiwerte eine größere Schwankungsbreite auf. Bei Betrachtung der jeweiligen Mittelwerte lassen sich jedoch auch für das gesamte Stadtaußengebiet gültige Schlüsse ableiten.

So war der Bleigehalt im Straßenstaub sowohl 1971 mit 1,9 mg/g Staub als auch 1977 mit 1,2 mg/g Staub stets etwa nur halb so hoch wie im gesamten Stadtinnengebiet. Auch im Stadtaußengebiet waren im Jahr 1977 die Bleikonzentrationen deutlich niedriger als 1971, allerdings erreichte die Abnahme nicht annähernd die Größenordnung wie im gesamten Stadtinnengebiet.

Tabelle 3

Werte im Stadtaußengebiet

Nr.	Ort	Blei mg/g Staub	
		1971	1977
1	Wohnstift Rathsberg	0,4	0,3
2	Marienkrankehaus	1,1	0,6
3	Atzelsberger/Meilwald	0,7	0,7
4	Burgberg	0,7	0,3
5	An den Kellern	0,2	0,3
7	Spardorfer/Palm	2,9	3,1
8	Lange Zeile/Sieglitzh.	2,4	1,5
9	Drausnick/Exerzier	4,1	1,8
10	Luitpold/Hartmann	1,2	1,2
11	Hartmann/Mozart	0,8	1,0
12	Bruckner/Pfälzer	0,5	1,5
13	Brahms/Schubert	0,5	1,5
14	Stettiner/Liegnitzer	0,9	1,3
15	Wacholder/Ginster	0,4	0,8
16	Zucker/Hilpert	3,9	0,8
17	Scharowsky/Gossen	5,7	1,4
18	Gossen/Äußere Brucker	5,3	2,0
19	St. Peter u. Paul	3,2	0,9
20	Tennenloher/Bunsen	5,2	1,9
21	Nein/Dorf	0,6	0,5
22	Damaschke/Vischer	0,4	0,6
23	Falken/Hänfling	0,4	0,8
24	St. Johann/Möhrendorfer	3,1	3,3
Mittelwert		1,9	1,2

3.3 Bleigehalt des Straßenstaubs auf Parkplätzen, in innerstädtischen Grünanlagen und auf ver- kehrsarmlen Landstraßen

Unter den Gesichtspunkten der Verkehrsbelastung sowie der Fragestellung, inwieweit auch verkehrsfreie bzw. verkehrssarme Bereiche einer Bleibelastung ausgesetzt sind und ob diese durch das Benzin-Blei-Gesetz eine Veränderung erfahren hat, wurden auch einige derartige Entnahmepunkte in unsere Untersuchungen mit einbezogen. Die entsprechenden Meßergebnisse finden sich in den Tabellen 4, 5 und 6.

Daraus ist ersichtlich, daß die auf den Parkplätzen gesammelten Staubproben einen erstaunlich geringen Bleigehalt hatten. Mit den Mittelwerten von 1,0 mg/g Staub (1971) und 1,1 mg/g Staub (1977) wiesen sie im Vergleich mit den anderen untersuchten Verkehrsflächen mit die niedrigsten Bleikonzentrationen auf.

Auch bei den Entnahmestellen in den beiden untersuchten Grünanlagen lagen ähnliche Verhältnisse vor, d. h. niedrige Bleiwerte in beiden Untersuchungsjahren, wobei die Mittelwerte für Blei 0,4 mg/g Staub (1971) und 0,7 mg/g Staub (1977) betrugen. Auf den verkehrsarmlen Landstraßen wies der Straßenstaub die niedrigsten Bleikonzentrationen aller untersuchten Verkehrsflächen auf. Der Mittelwert betrug 1971 0,5 mg Blei/g Staub und 1977 0,6 mg Blei/g Staub. Damit sind verkehrssarme Landstraßen hinsichtlich ihrer Schadstoffbelastung durch Blei den innerstädtischen Grünanlagen gleichzusetzen.

Tabelle 4

Werte auf Parkplätzen

Nr.	Ort	Blei mg/g Staub	
		1971	1977
43	Schloßplatz	1,4	0,6
44	Theaterplatz	0,8	1,3
45	Siemensparkplatz	0,8	1,5
Mittelwert		1,0	1,1

Tabelle 5

Werte in innerstädtischen Grünanlagen

Nr.	Ort	Blei mg/g Staub	
		1971	1977
46	Maximiliansplatz	0,4	0,5
47	Schloßgarten	0,3	0,8
Mittelwert		0,4	0,7

Tabelle 6

Werte auf verkehrsarmen Landstraßen

Nr.	Ort	Blei mg/g Staub	
		1971	1977
41	Uttenreuth/Marloffstein	0,4	0,3
42	Uttenreuth/Erlangen	0,5	0,8
Mittelwert		0,5	0,6

3.4 Veränderung des Bleigehaltes im Straßenstaub zwischen den Jahren 1971 und 1977

Zur Ermittlung der Auswirkung des Benzin-Blei-Gesetzes vom Jahr 1971 zum Jahr 1977 unterzogen wir die Bleiwerte des Straßenstaubs aller 46 Meßpunkte im gesamten Stadtbereich Erlangens einer zusammenfassenden Auswertung. Dabei ergaben sich folgende Mittelwerte:

1971:	2,5 mg Blei / g Staub
1977:	1,5 mg Blei / g Staub

Daraus ist ersichtlich, daß sich der Bleigehalt im Straßenstaub nach Inkrafttreten des Benzin-Blei-Gesetzes um 40 % verringerte.

Es ist allerdings bei diesen Globalwerten auf die unterschiedlichen Reduktionsquoten zwischen gesamtem Stadtinnengebiet und Stadtaußengebiet bzw. verkehrsarmen Zonen hinzuweisen.

Die Mittelwerte ermöglichen hier also nur einen sehr groben Vergleich der Werte aus den Jahren 1971 und 1977. Differenziertere Ergebnisse kann man dem Korrelationsdiagramm in Abb. 3 entnehmen. Dort sind für jede Entnahmestelle die Meßwerte der Jahre 1971 und 1977 durch ein Kreuz dargestellt. Die Lage dieses Kreuzes ergibt sich durch Abtragen des Meßwertes von 1971 auf der Abszisse und des Meßwertes von

1977 auf der Ordināte. Folglich liegen die Kreuze für Entnahmestellen ohne Veränderung der Meßwerte zwischen 1971 und 1977 auf der 45° -Geraden (gestrichelt eingezeichnet). Entnahmestellen, deren Werte 1977 niedriger lagen als 1971, sind entsprechend weit unterhalb dieser Geraden dargestellt, solche, deren Werte 1977 höher lagen als 1971, entsprechend oberhalb.

Das Diagramm zeigt bei der Mehrzahl aller Meßstellen eine klare Verringerung der Meßwerte von 1977 gegenüber 1971. Die Abnahme der Bleikonzentrationen ist besonders stark bei den Meßstellen, bei denen der Meßwert 1971 relativ groß war. Lediglich dort, wo schon 1971 der Bleigehalt gering war, sind nur leichte Verringerungen oder teilweise auch Erhöhungen erkennbar.

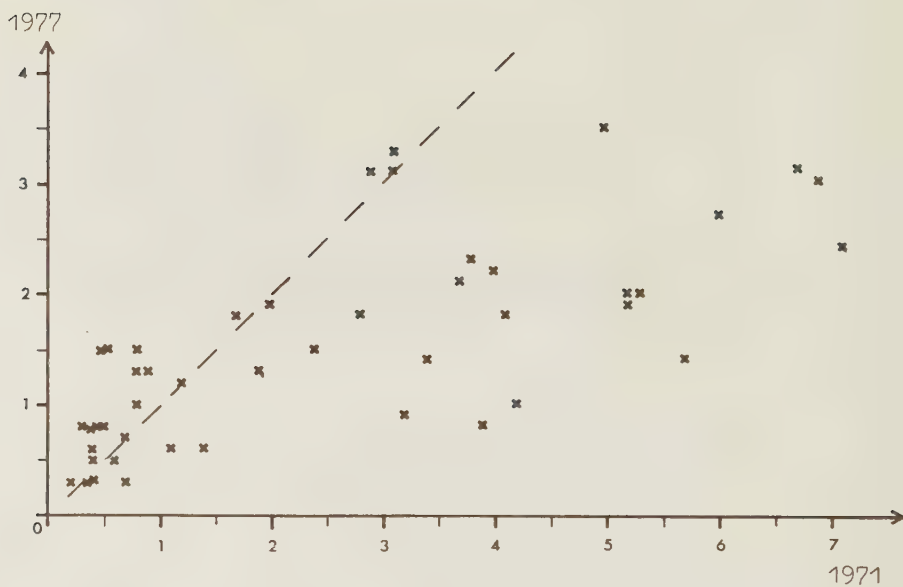


Abb. 3: Korrelationsdiagramm aller Meßwerte in
mg Blei / g Staub

4. D I S K U S S I O N

4.1 Diskussion der Methodik

Ziel der vorliegenden Arbeit war, die verkehrsbedingte Umweltbelastung durch den Schadstoff Blei einer mittelgroßen Stadt mit erheblichem Verkehrsaufkommen zu untersuchen. Insbesondere ging es darum, die Auswirkungen des Benzin-Blei-Gesetzes vom 5.8.1971 zu erfassen, das heißt, festzustellen, welche umwelthygienische Bedeutung die Reduktion des Bleigehaltes in Ottomotorkraftstoffen von 0,8 - 1,0 g/l im Jahr 1971, auf 0,15 g/l im Jahr 1977 hatte.

Es lag zwar nahe, für diese Fragestellung lufthygienisch übliches Untersuchungsmaterial wie Schwebestaub oder Sedimentstaub zu verwenden, doch mit vertretbarem Aufwand wäre eine flächendeckende Untersuchung des vorgesehenen Gebietes nicht möglich gewesen. Durch Normierung der Untersuchungsmethoden, nämlich Siebung und Einhaltung bestimmter witterungsbedingter Probeentnahmezeiten (s. Abschnitt 2.1 und 2.2), erhielt man jedoch auch mit dem für die Untersuchungen verwendeten Straßenstaub relativ aussagekräftige Meßergebnisse. Diese stellen zwar keinen Maßstab für die unmittelbare Gefährdung der Stadtbewohner dar, wie es für die vielen Unter-

suchungen über den Schadstoffgehalt der Luft (Schwebstaub und Gase) oder den Schadstoffpegel im menschlichen Organismus wie z. B. Blutbleispiegel (Lehnert et al.; Schubert u. Sangl; Einbrodt et al.), Bleigehalt in der Zahnhartsubstanz (Needlemann, Tuncay und Shapiro; Ewers und Idel) oder Bleigehalt der menschlichen Placenta (Engelhardt, Schaller, Schiele und Valentin) zutrifft. Zur Verdeutlichung der mittelbaren Gefährdung unserer Stadtbevölkerung durch die verkehrsbedingte Bleibelastung ist das vorliegende Untersuchungsmaterial jedoch durchaus geeignet.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind außerordentlich interessant und vermitteln eindrucksvolle Vorstellungen über die Belastung der Stadtbevölkerung mit dem Schadstoff Blei in den Stadtregionen unterschiedlicher Verkehrsdichte. Wie zu erwarten, nahm der Bleigehalt im Straßenstaub ab, nachdem der Benzinbleigehalt per Gesetz auf ein Viertel des ursprünglichen Wertes reduziert wurde. Aufschlußreich ist hingegen die Tatsache, daß im stark verkehrsbelasteten Stadtinnengebiet der schon 1971 hohe mittlere Bleigehalt im Straßenstaub trotzdem nur um etwa die Hälfte reduziert wurde. Man mag dies dem Umstand zu-rechnen, daß sich in dem Zeitraum zwischen 1971 und 1977 das Verkehrsaufkommen entsprechend erhöht hatte und dadurch eine stärkere Reduktion des Bleis verhindert wurde. Diese Erklärung ist jedoch in Frage gestellt, wenn man die Untersuchungsergebnisse von U. Baars betrachtet, die zeigen, daß die 3,4-Benzpyrengehalte im Straßenstaub in der gleichen Zeit im Stadtinnengebiet eindeutig um mehr als die Hälfte abgesunken waren.

So bleibt eigentlich nur die Annahme, daß durch Verwendung bleiarmer Kraftstoffe die verkehrsbedingte Emission an kanzerogenen polyzyklischen Aromaten eine deutliche Verminderung erfahren hat. Die Annahme, daß mit Reduzierung des Bleigehaltes in den Kraftstoffen die Emission von kanzerogenen polyzyklischen

Aromaten, speziell 3,4-Benzpyren, verringert werde, konnten tatsächlich Candeli et al. bei Versuchen mit Modellbenzinen bestätigen. Sie fanden, daß nur in Gegenwart von Bleitetraaethyl ein steigender Aromatengehalt im Benzin die Emission von Polyzyklen erhöht.

Die Meßergebnisse des verkehrsärmeren Stadtaußengebiets zeigen, daß sich die schon 1971 niedrigen Bleiwerte zwar verringerten, jedoch längst nicht in dem Ausmaß wie im Stadtinnengebiet.

Die gleiche Tendenz findet sich auch bei den allerdings in geringerer Anzahl untersuchten Meßpunkten auf Parkplätzen, in innerstädtischen Grünanlagen und auf verkehrsarmen Landstraßen: Die Bleikonzentrationen im Straßenstaub sanken nur geringfügig ab, an einigen Meßpunkten waren sogar leichte Konzentrationserhöhungen zu verzeichnen.

Als Erklärung, weshalb gerade im Stadtaußengebiet, auf Parkplätzen, verkehrsarmen Landstraßen und in Grünanlagen trotz des Benzin-Blei-Gesetzes und der deutlichen Reduzierung der Bleikonzentration im Stadtinnengebiet keine erhebliche Konzentrationsabnahme des Schadstoffs zu verzeichnen war, bietet sich allenfalls die Vorstellung an, daß in den verkehrssperipheren Gebieten der ohnedies erheblich niedrigere Bleipegel auf kurzzeitige lokale Immissionsbelastungen kaum anspricht. Im anderen Falle bliebe als Begründung nur ein gegenüber dem Stadtzentrum erheblich vergrößertes Verkehrsaufkommen.

Da die relativ niedrigen Bleimengen obengenannter Gebiete sicherlich eine geringere Gefährdung der Bevölkerung darstellen, schmälern ihre geringen Konzentrationsabnahmen oder manchmal sogar leichten Erhöhungen nicht die positiven Auswirkungen des Benzin-Blei-Gesetzes, wie es die Meßwerte des Stadtinnengebiets deutlich zeigen.

Im Übrigen stehen unsere Ergebnisse mit Straßenstaub in völligem Einklang mit den Befunden von Seifert und Ullrich, die an einer Straßenkreuzung in Berlin unter anderen Luftschadstoffen auch den Bleigehalt im Schwebestaub gemessen haben. Auch hier zeigte sich, daß im Vergleich zu Messungen während der 1. Stufe des Benzinbleigesetzes (Ende 1975) nach Inkrafttreten der 2. Stufe (1976) der Bleigehalt in der Luft dieser Straßenkreuzung erheblich zurückgegangen war.

5. Z U S A M M E N F A S S U N G

Um Aufschlüsse über die mittelbare verkehrsbedingte Schadstoffbelastung der Bevölkerung einer typischen, mittelgroßen Stadt mit erheblichem Verkehrsaufkommen wie z. B. Erlangen zu erhalten, wurde der Bleigehalt im Straßenstaub an insgesamt 46 Meßstellen mit unterschiedlicher Verkehrsdichte bestimmt. Um die Effizienz des Benzin-Blei-Gesetzes vom 5.8.1971 zu überprüfen, wurden die Messungen sowohl im Jahr 1971, also vor Inkrafttreten dieses Gesetzes, als auch 1977, nach der endgültigen Limitierung des Benzinbleigehaltes auf 0,15 g/l, durchgeführt. Dabei wurden folgende Ergebnisse gefunden:

- Im stark verkehrsbelasteten Stadtinnengebiet sank der mittlere Bleigehalt von 4,2 mg/g Staub auf 2,2 mg/g Staub. Das bedeutet eine Verminderung der Bleikonzentration im Straßenstaub um etwa die Hälfte.
- Im verkehrsärmeren Stadtaußengebiet waren die Bleimengen im Jahr 1971 schon um etwa die Hälfte niedriger als im Stadtinnengebiet. Die Bleikonzentrationen sanken von 1,9 mg/g Staub auf 1,2 mg/g Staub. Damit waren in den verkehrsärmeren Gebieten die positiven Auswirkungen des Benzin-Blei-Gesetzes relativ gesehen zwar geringer, in diesen Gebieten war jedoch schon vor Inkrafttreten des Gesetzes die Umweltbelastung durch Blei absolut gesehen nicht hoch.

6. L I T E R A T U R

Baars, U.:

Die Auswirkungen des Benzin-Blei-Gesetzes
auf den Gehalt an 3,4-Benzpyren im städti-
schen Umweltstaub

Inaug.-Diss., Erlangen 1980

Benzin-Blei-Gesetz:

Gesetz zur Verminderung von Luftverunreini-
gung durch Bleiverbindungen in Ottokraft-
stoffen für Kraftfahrzeugmotoren (Benzin-
Blei-Gesetz) vom 5. August 1971 (BGBl I
S. 1234)

Bruch, J., A. Brockhaus u. W. Dehnen:

Elektronenmikroskopische Beobachtun-
gen an Rattenlungen nach Exposition
mit partikelförmigem Blei.

Proc. Ing. Symp. Environm.
Health (1972): 221

Candeli, A., V. Mastrandrea, G. Morozzi u.
S. Toccazeli:

Carcinogenic air pollutants in the
exhaust from a European car operating
on various fuels.

Atmo s. Environm. 8 (1974): 693

Dornauer, U. H.

Gehalt an 3,4-Benzpyren in verschiedenen Rußarten

Inaug.-Diss., Erlangen (1974)

Einbrodt, H. J., J. Rosmanith, U. Primas u. F. Thomas:

Der Blutblei-Spiegel bei Kindern in einem kontaminierten Industriegebiet

Naturwissenschaft 61 (1974): 39

Engelhardt, E., K.-H. Schaller, R. Schiele und H. Valentin:

Der Bleigehalt der menschlichen Placenta als Parameter der ökologischen Bleiexposition

Zbl. Bakt. Hyg.I. Orig. B 162
(1976): 528

Ewers, U. u. H. Idel:

Untersuchungen über den Zahnbleigehalt von Schulkindern aus zwei unterschiedlich belasteten Gebieten

Arbeitstagung DGMH, Sektion III
Mainz 1978

Haas, Th., K. Mache, K.-H. Schaller, W. Mache
und H. Valentin:

Untersuchungen über die ökologische
Bleibelastung im Kindesalter

Zbl. Bakt. Hyg. I Abt. Orig. B 156
(1972) 353

Knorr, M.:

Die hygienische Bedeutung resistenter
Schadstoffe im Boden und Grundwasser
Gesundheits-Ingenieur 87 (1966) 326

Lehnert, G., H. Marstal, D. Szadkowski und
K.-H. Schaller:

Berufliche Bleibelastung durch Auto-
abgase in Großstadtstraßen

Dtsch. Med. Wschr. 95 (1970) 1097

Needlemann, H.-L., O. C. Tuncay und I. M. Shapiro:

Lead Levels in Deciduous Teeth of
Urban and Suburban American Children

Nature 235 (1972) 111

Schubert, R. H. W. und H. Sangl:

Zur Frage der Bleibelastung durch
Autoabgase

Zbl. Bakt. Hyg.I. Abt. Orig. B. 155
(1977) 470

Seifert, B. und D. Ullrich:

Konzentration anorganischer und organi-
scher Luftschadstoffe an einer Straßen-
kreuzung in Berlin

Staub-Reinhalt. Luft 38 (1978) : 359

Übelmesser, W. J.:

Der Bleipegel im Umweltstaub der Stadt
Erlangen

Inaug.-Diss., Erlangen (1973)

Lebenslauf

Am 23. März 1951 wurde ich, Sibylle Grote, als Tochter des Kapellmeisters Günther Schmidt-Bohländer und seiner Ehefrau Ingeburg in Weimar geboren.

Nach der Grundschulzeit in Berlin und Hamburg besuchte ich das Elise-Averdieck-Gymnasium in Hamburg, wo ich 1971 auf dem neusprachlichen Zweig die Reifeprüfung ablegte. Im Wintersemester 1973/74 begann ich das Studium der Medizin an der Universität Heidelberg und setzte es ab Sommersemester 1975 an der Universität Erlangen-Nürnberg fort und schloß das Studium dort im November 1979 mit der Ärztlichen Prüfung ab.

Copy - Center 2000

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131 - 26197